

Über Radiusfrakturen an typischer Stelle

Othmar Späth

1970

Aus der chirurgischen Abteilung (Chefarzt Prof. Dr. F. Schedel)
des Städtischen Krankenhauses Passau.
Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. F. Schedel.

ÜBER RADIUSFRAKTUREN AN TYPISCHER STELLE

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfasst und einer
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Ludwigs-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Othmar S p ä t h
aus Passau

München 1970

11111

I. Beschaffenheit des Inhalts

II. Inhalt des Inhalts

III. Inhalt des Inhalts

IV. Inhalt des Inhalts

V. Inhalt des Inhalts

VI. Inhalt des Inhalts

Vergleich des Inhalts

VII. Inhalt des Inhalts

VIII. Inhalt des Inhalts

IX. Inhalt des Inhalts

X. Inhalt des Inhalts

XI. Inhalt des Inhalts

XII. Inhalt des Inhalts

XIII. Inhalt des Inhalts

XIV. Inhalt des Inhalts

XV. Inhalt des Inhalts

XVI. Inhalt des Inhalts



I.

GESCHICHTE DER RADIUSFRAKTUR

Die Radiusfraktur an typischer Stelle nimmt in der Statistik der Frakturen eine exponierte Stellung ein. Die Thematik der Radiusfraktur reicht auf einen Zeitpunkt zurück, da die Vorfahren der Menschen von heute durch Aufrichten nur mehr die hinteren Extremitäten zur Fortbewegung benutzten. Mit dem Aufrichten des Menschen ging auch die Fähigkeit verloren, den Sturz auf das Handgelenk abzufangen und der Mensch begann sich das Handgelenk zu brechen. Beweisend hierfür ist die Tatsache, daß bei Quadrupeden eine Radiusfraktur niemals beobachtet wurde.

Entsprechend fanden sich nach C A S T A I N G bereits bei Steinzeitmenschen Radiusfrakturen, die durch Ruhigstellen behandelt wurden. Auch bei einem Pharaonen der 9. Dynastie - also in der Zeit von 2190 bis 2040 a.C. - fand man die Schienung eines Handgelenkes. Jedoch erst im 18. Jahrhundert begann man diese Fraktur genauer zu studieren.

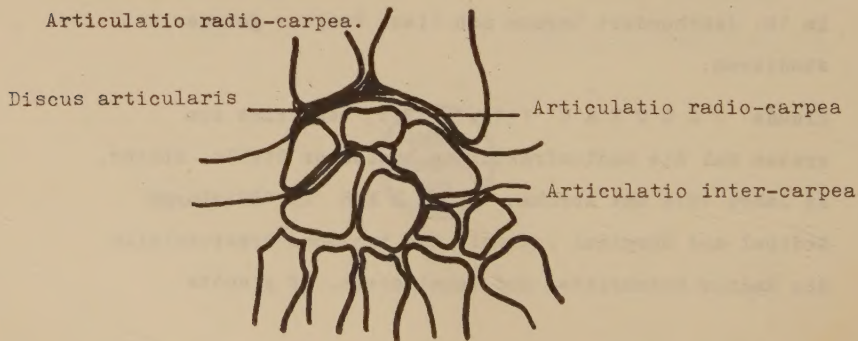
Claude P O U T E A U (1735 - 1775) beschrieb zum ersten Mal die Radiusfraktur an typischer Stelle. Später, im Jahre 1814 hat Abraham C O L L E S im "Edinburgh Medical and Surgical Journal" die typische Frakturstelle des Radius beschrieben und lokalisiert. Er glaubte

eine bis dahin unbekannte Verletzung veröffentlicht zu haben. Nach französischer Tradition wird heute noch die Radiusfraktur an typischer Stelle, um beide Wissenschaftler zu ehren, Encrassement P O U T E A U - C O L L E S benannt. 1833 hat D U P U Y T R E N die Häufigkeit der Radiusfrakturen an typischer Stelle hervorgehoben, die Symptomatik beschrieben und sie der extremen Seltenheit der Handgelenk-Luxation, die ihm in seinen 30 Praxisjahren praktisch nie begegnet ist, gegenübergestellt. 1847 publizierte S M I T H ausgezeichnete Beobachtungen über die Anatomie des Handgelenkes und den Mechanismus der Radiusfraktur.

II.

ANATOMIE DES HANDGELENKES

Das Handgelenk zerfällt in zwei anatomisch selbstständige Anteile, die Articulatio radio-carpea und die Articulatio inter-carpea. In Zusammenhang mit dieser Arbeit interessiert vor allem die proximal gelegene Articulatio radio-carpea.

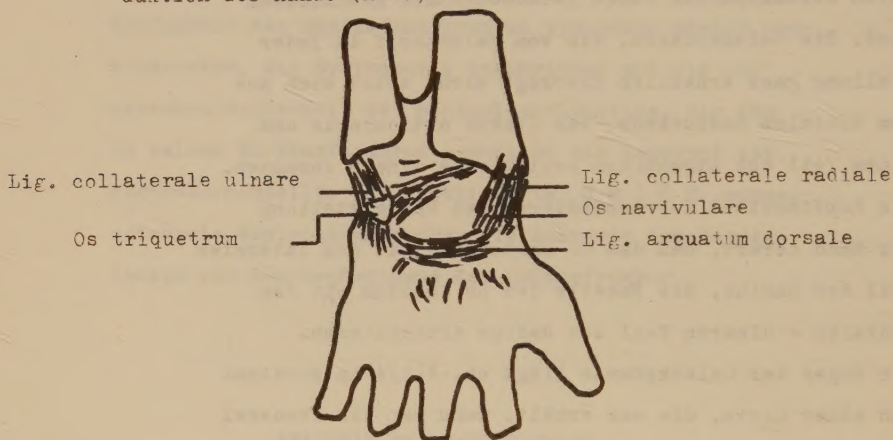


Sie stellt mit ihrer elliptischen Form ein Eigelenk dar. Der Gelenkkopf wird vom Carpus gebildet. Er besteht aus dem facettenartig hervorspringenden Os naviculare, dem Lunatum und einem Teil des Os triquetrum, deren Gelenkspalten durch Zwischenbänder geschlossen sind. Die Gelenkpfanne, die vom Gelenkkopf in jeder Stellung ganz erheblich überragt wird, setzt sich aus dem distalen Radiusende, dem Diskus articularis und einem Teil des Ligamentum collaterale ulnare zusammen. Die Kopffacetten korrespondieren bei Normalstellung der Hand derart, daß das Os naviculare mit dem lateralen Teil des Radius, die Facette des Os lunatum mit dem medialen = ulnaren Teil des Radius articulieren. Der Bogen der Gelenkpfanne liegt ca. $1 \frac{1}{4}$ cm proximal von einer Linie, die man erhält, wenn man die Processi styloidei radii et ulnae miteinander verbindet. Dieser Bogen entspricht bei mageren Menschen der Hautfalte, die bei maximaler Dorsalflexion der Hand am proximalsten liegt.

Die Gelenkkapsel des proximalen Handgelenkes entspringt überall dicht an den Rändern der Gelenkfläche der Speiche, des Diskus und der Handwurzelknochen. Sie wird von allen Seiten durch Verstärkungszüge, die aufgelagert sind, umgeben, die meist nicht nur das proximale, sondern auch das distale Handgelenk überspringen.

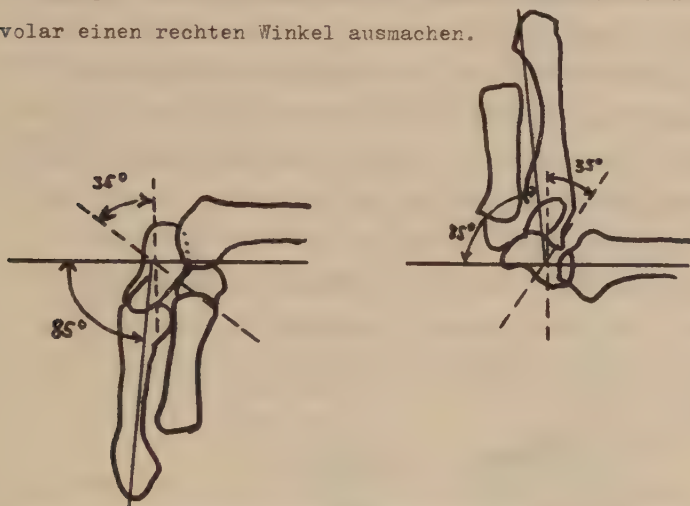
Vom Processus styloideus radii zieht das Ligamentum collaterale radiale, das kurz und kräftig ist, zum Kahnbein

und hemmt die Ulnarabduktion der Hand. Vom Processus styloideus ulnae kommt das Ligamentum collaterale ulnare, das länger und schwächer ausgebildet ist. Es zieht zum Os triquetrum und Os pisiforme und hemmt die radiale Abduktion der Hand. (Abb.)



Die stärksten Bänder des Handgelenkes ziehen von der, die Hand tragenden Speiche zur Handwurzel. Man nennt sie Ligamentum radio carpe volare et dorsale. Sie übertragen in erster Linie die Umwendbewegungen des Unterarmes auf die Hand. Schließlich beruht die Festigkeit des Gelenkes auf dem aktiven Schutz der zahlreichen Sehnen, die zur Hand übertreten und das Gelenk mit einem beinahe lückenlosen Sehnenmantel umgeben. Die ausreichende Beweglichkeit trotz der Straffheit der Kapsel erklärt sich aus dem Einbau des proximalen Handwurzelgelenkkörpers - Diskus articularis - als frei bewegliche Zwischenscheibe zwischen Unterarm und Hand.

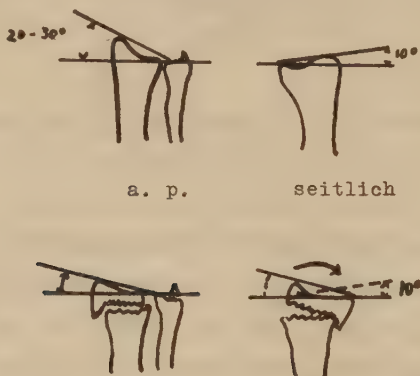
Die Bewegungsausmaße des Handgelenkes in seinen Flexionsbewegungen sind weitkreisend und können nach dorsal und volar einen rechten Winkel ausmachen.



An dieser Flexionsbewegung sind beide Anteile des Handgelenkes beteiligt. Die Dorsalflexion umfaßt einen Gesamtwinkel von 85° , dabei ist die proximale Gelenkfläche jedoch nur mit 35° beteiligt. Dies erklärt sich daraus, daß die Gelenkpfanne der Speiche einmal volarwärts geneigt ist und zum anderen der Bandapparat des proximalen Handgelenkes schlaff und langfasrig ausgebildet ist. Beim Volarbeugen beträgt das Bewegungsausmaß ebenfalls 85° , wobei die proximale Gelenkfläche ebenfalls mit 35° beteiligt ist. Die Radialabduktion des gesamten Handgelenkes von einer Normalstellung aus beträgt nur ca. 15° , die ulnare Abduktion ca. 40° .

Bei der Beurteilung einer Verschiebung der Radiusfraktur ist die Kenntnis von den normalen Winkelmaßen eine grund-

legende Voraussetzung, besonders des sogenannten Radiusschaft-Gelenk-Winkels. Dieser Winkel wird von der distalen Radiusgelenkfläche und der Senkrechten des Radiusschaftes gebildet. Die Neigung der Gelenkfläche bestimmt eine Verbindungslinie der beiden höchsten Punkte der radialen und ulnaren Kante der Gelenkfläche. In der Anterior-posterioren Ansicht beträgt dieser Winkel am unverletzten Handgelenk $20 - 30^\circ$ und in der Seitenansicht 10° mit einer Neigung der Ebene volarwärts. Die physiologische Schwankung der Winkel in a.p. und seitlicher Ansicht beträgt nach ZACHARIAS 10° .



Oben: Schemat. Darstellung d. physiologischen Speichenschaftgelenkwinkels in a. p. und Seitenansicht.

Unten: Änderung des Speichenschaftgelenkwinkels bei Verschiebung des peripheren Bruchstückes nach radial und dorsal. (aus Ahrer)

III.

FRAKTUR - UND UNFALLMECHANISMEN

Bei der Entstehung der Radiusfraktur an typischer Stelle unterscheidet man 4 Möglichkeiten der Unfallmechanismen und zwar

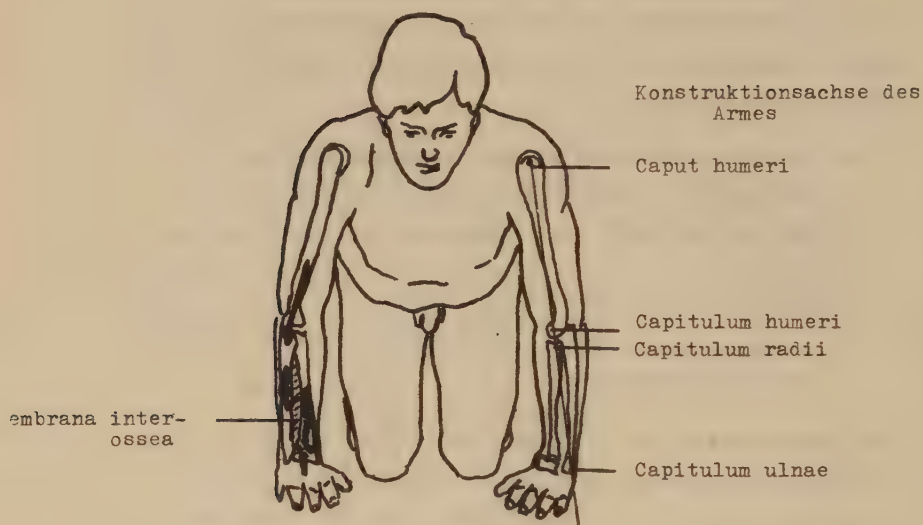
1. Der Fall nach vorne auf die ausgestreckte. in Überstreckung gehaltene Hand
2. Der Fall seitlich oder nach hinten auf die Hand
3. Der Fall auf die volar-flektierte Hand
4. Die direkte Gewalteinwirkung auf das Handgelenk z.B. Kurbelschlag

Die Radiusfraktur an typischer Stelle aber aus dem Sturz auf die dorsal oder volar flektierte Hand allein erklären zu wollen. ist zu allgemein und oberflächlich. Vielmehr muß man sich mit den Kräften und physikalischen Kraftmomenten im Augenblick der Frakturentstehung auseinandersetzen, um einige Schwierigkeiten der prinzipiellen Behandlung verstehen zu können.

Mechanismen der Fraktur:

N E L A T O N, der die Ideen von G O Y R A N D wieder aufnahm, dachte daß der Radius bei Sturz an der Stelle zerbricht, wo die substantia compacta in die substantia spongiosa übergeht. P O I R E R und H A N N E Q I N, die die Ideen von L O P E Z aufnahmen erklärten, daß die Radiusfraktur durch die Übertragung der Kraft von

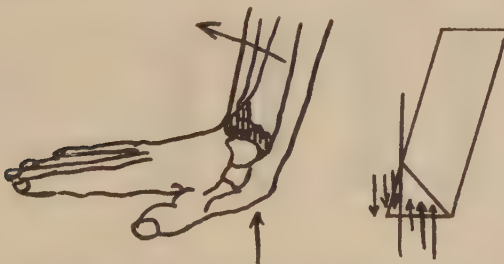
der Elle durch die Ligamenta interossalea auf den Radius entstehen würde.



Diese Theorien über die Entstehung der Radiusfraktur an typischer Stelle allein sind unbefriedigend. Die verschiedenen Theorien, die sich mit den Frakturmechanismen befassen, werden ergänzt und bestätigt durch diejenigen von S T E V E N S und L E W I S.

S T E V E N S, vom Massachusetts Institute of Technology machte aufgrund experimenteller Untersuchungen

die Feststellung, daß die Frakturen des Radius an typischer Stelle immer Kompressionsfrakturen sind. Der Sturz erfolgt auf die ausgestreckte und dorsal flektierte Hand. Dies gilt in gleicher Weise für den Fall nach vorne oder nach hinten. Ausnahmen dieser typischen Handhaltung beim Sturz werden bei Personen beobachtet, die Gegenstände (Taschen, Einkaufsnetze) in der Hand halten oder tragen und diese im Fallreflex umkrampfen. Dabei kommt es im Augenblick der Bodenberührung zu festem Faustschluß. Die Vorwärtsbewegung des Körpers führt über eine Abrollbewegung zu maximaler Volarflexion der Hand. Die Handwurzelknochen formen dabei einen Bogen, der dem romanischen Brückenbogen ähnlich ist. Es stützt sich dabei das Os lunatum mehr auf den hinteren Teil der Gelenkfläche des Radius als auf den vorderen. Dadurch entsteht ein Druck nach vorne und ein Gegendruck nach hinten ; also ein Schermoment.

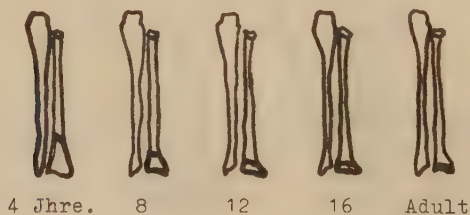


Nach mathematischen Berechnungen von S T E V E N S ergeben sich für einen Menschen mit mittlerem Körpergewicht bei einem Fall auf die ausgestreckte Hand ein

Druck von $2000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ und ein Zug von $900 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$. Diesen hohen Kraftmomenten hält der Knochen nicht stand, es kommt zur Fraktur.

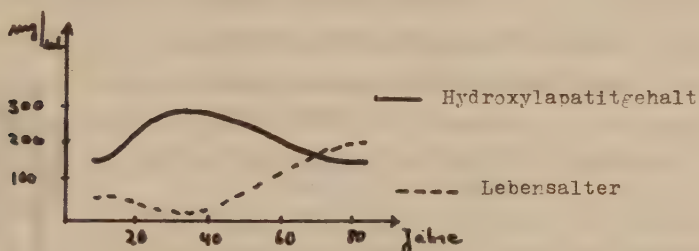
Unter Berücksichtigung dieser Unfallmechanismen entstehen nunmehr in Relation zum Lebensalter Verletzungen, bei denen vom Säuglings- bis zum Schulalter, die Epiphysen-Lösungen im Vordergrund stehen, vom 6. bis zum 12. Lebensjahr mehr die Grünholzfrakturen, im weiteren dann die Radiusfrakturen an typischer Stelle, d.h. 1-3 cm proximal vom Handgelenk entfernt.

K R O K O W S K I hat überdies durch Röntgenanalyse der Knochen bei der besonderen Fragestellung nach örtlichen und vom Lebensalter der Patienten abhängigen Dichteunterschieden der Knochenhartsubstanz für die Entstehung und Lokalisation der Fraktur herausgefunden, daß mit zunehmendem Lebensalter die Frakturstelle sich immer weiter nach distal verschiebt.

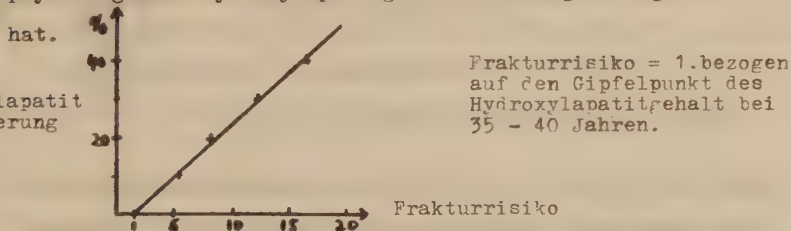


Der Hydroxylapatitgehalt des Knochens in Abhängigkeit vom Lebensalter ergab eine Zunahme vom 10. - 35. Lebensjahr und dann wiederum eine leichte Abnahme. Der Hydroxyl-

apatitgehalt bei weiblichen Personen wird im Durchschnitt geringer angegeben als bei Männern. Ohne Berücksichtigung der Bevölkerungsstruktur von Berlin fand Krokowski bei seinem Patientengut ein Geschlechterverhältnis von weiblich : männlich = 77 : 23, außerdem links : rechts = 58 : 42. Ein spiegelbildliches Verhalten der Altersfrequenz zum Hydroxylapatitgehalt des Knochens ist dabei auffallend.



Eine weitere Analyse ergab, daß die Frakturhäufigkeit linear mit der prozentualen Verminderung des Hydroxylapatitgehaltes zunahm. Krokowski nimmt als sicher an, daß diese Beziehung für eine pathologische wie auch physiologische Hydroxylapatitgehaltsminderung Gültigkeit



Die posttraumatische Veränderung zeigt in allen Fällen eine erhebliche lokale Mineralsalzverminderung, die im allgemeinen erst nach vielen Monaten den Normalwert wieder erreicht.

Anatomisch gesehen liegt also die Radiusfraktur an typischer Stelle am Übergang vom spongiösen Teil des Radius zum kompakten Teil des Schaftes. Beim Sturz auf die dorsal flektierte Hand liegt die Achse der Gewichtsverteilung am Unterarm vom Radiusköpfchen zum Processus styloideus ulnae, die einen Winkel von etwa 20° ausmacht. Daß es bei diesem Unfallmechanismus jedoch immer zur Radiusfraktur an typischer Stelle kommt, liegt anatomisch in der Anwesenheit der Membrana interossea begründet, die praktisch eine unzerreißbare Bandverbindung zwischen Radius und Ulna darstellt. Es spricht für die Festigkeit der Zwischenknochenverbindungen, daß sie bei übermässiger Beanspruchung bei Stürzen auf die ausgestreckte Hand in weitaus der überwiegenden Anzahl der Fälle standhalten und sich als stärker erweisen als das distale Ende des Radius, das zunächst den Druck aufzunehmen hat. Es kommt zur Radiusfraktur an typischer Stelle. Wenn in seltenen Fällen das Speichenende stark genug sein sollte, so knickt in zweiter Linie eher der Arm seitlich im Ellenbogengelenk ein (Fraktura condyli radialis humeri, Fraktura colli radii, Verrenkung des Ellenbogengelenkes) als daß die Bandverbindungen der Unterarmknochen nachgeben. Sie können daher praktisch als unzerreißbar gelten.

Wegen dieser Konstruktion erklärt sich aus dem Gesagten, daß beim Speichenbruch die typische Verlagerung des distalen Bruchstückes radialwärts erfolgt. Je nach Stärke des zum Bruch führenden Traumas unterscheidet man verschiedene Bruchformen am distalen Radiusende, die wir mit E H A L T nach

röntgenologischen Gesichtspunkten so einteilen:



1. Extraarticuläre Brüche

- a. Bruch der Speiche an typischer Stelle ohne Verschiebung
- b. Bruch an typischer Stelle mit Verschiebung

2. Intraarticuläre Brüche



- a. Der Stauchungsbruch der Speiche
- b. Bruch des proc. Styloideus radii ohne Verschiebung
- c. Bruch des proc. Styloideus radii et ulnae mit Verschiebung
- d. Bruch des Speichengriffels und gleichzeitiger Abbruch der oberen Ecke der Speiche
- e. Y-T und V-Brüche am unteren Speichenende
- f. Zertrümmerung des unteren Speichenendes
- g. Verrenkungsbrüche



Außerdem bei Jugendlichen

Epiphysenlösung am unteren Speichenende

Zu den extraarticulären Brüchen zählt der Bruch an typischer Stelle mit Verschiebung. Zu diesen gehören alle Brüche die ungefähr 1 cm proximal von der distalen Gelenkfläche der Speiche liegen und bei denen weder die radiale noch die ulnare Gelenkfläche von der Bruchlinie erreicht werden.

Alle Brüche, die wir in diese Gruppe einreihen, zeigen auch die typische radiale und dorsale Verschiebung des Fragmentes, d.h. das distale Fragment ist nach dorsal abgekippt und nach radial verschoben. Dabei bleibt die Mitbeteiligung des Processus styloideus ulnae unberücksichtigt, unabhängig vom Grad der Verschiebung des Fragmentes. Alle Y - T und V - Brüche umfassen jene, bei denen die Frakturlinie die Gelenkfläche der Speiche unterbricht.

IV.

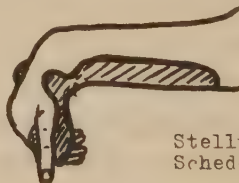
BEHANDLUNGSMETHODEN

So manigfaltig die Frakturen am distalen Radiusende sind, so vielfältig sind auch die Behandlungsmethoden, die früher und auch jetzt noch für die Behandlung angegeben werden. F O R D und K E Y haben behauptet, daß es so viele Repositionsmethoden wie Unfallchirurgen gibt. L U K A S C H A M P I O N N I E R E verzichtete auf jede Reposition und begann sofort mit passiven Bewegungen. P E T E R S E N behandelte ebenfalls ohne Verband und legte den Unterarm derartig in ein Tragetuch, daß die Hand in Ulnarflexion heraushing. S T O R P reponierte, brachte die Hand in extreme ulnare-volare Beugung, legte einen 10 cm breiten Heftpflasterstreifen mehrere Male fest um die Bruchstelle und ließ den Arm in einer Mitella parva tragen. Die Methode von R. J O N E S

aus seinen Veröffentlichungen wurde zur Standardmethode in England. Seine Technik bestand darin, die Fragmente in Normalposition zu bringen, indem er mit einer Hand den Unterarm und mit der anderen die Hand des Patienten erfasste und eine Dorsalflexion im Handgelenk des Patienten ausführte. Die Wichtigkeit dieses Vorgehens wurde durch Z U P P I N G E R und P I L - C H E R 1917 unterstrichen. Während der 20 iger Jahre wurde die klinische Behandlung stark durch die Veröffentlichung von L. B Ö H L E R 1923 beeinflusst, welcher die Notwendigkeit der Extension bei der Reposition dieser Fraktur betonte. Sowohl Böhler als auch andere Autoren (Pilcher 1917, Ghormley und Mroz 1927, Carter 1937, White 1940) beobachteten, daß zusätzlich zur Extension direkter Druck mit der Hand auf das distale Fragment benötigt wird, um genaue Reposition zu erreichen. Böhlers Technik wurde jedoch nicht universell anerkannt. Man hielt sie für zu kompliziert und personell zu aufwendig, um außerhalb des Krankenhauses durchgeführt werden zu können. Andere Autoren empfahlen besondere Extensionsapparate - ein Federextensionsgerät wurde von Bardenheuer schon im späten 19. Jahrhundert konstruiert, setzte sich jedoch nie durch, genauso wenig wie andere Geräte niemals weite Verbreitung fanden. M A R B A I X, L I N I G E R, M O L I N E U S, S T E I N M A N N folgten Championniere, reponierten jedoch den Bruch und nahmen sofort aktive Bewegungen vor. Bei Neigung der Bruchenden zur Dislokation kann ein Abrutschen des distalen Fragmentes dadurch ver-

mieden werden, daß ein spitzer Bohrdrabt durch den Griffelfortsatz der Speiche in den Schaft und wenn möglich auch in die Elle eingebohrt wird. W A N K E hält die Fragmente bei distalen Radiusfrakturen im "Zweidrabt-Gipsverband" in starrer Extension, um auf diese Weise größere Aussicht auf ein funktionell brauchbares Handgelenk zu gewinnen. Wesentlich ist bei der percutanen Drahtextension, daß die Extensionsdrähte im Gipsverband gut fixiert sind. Dabei wird ein Draht durch den 2. - 5. Mittelhandknochen gebohrt. Ein zweiter durch den Radiuschaft etwa 15 cm distal vom Ellenbogengelenk. Finger und Schulter müssen vom 1. Tag an in vollem Umfange bewegt werden. Da jede Transfixation einen schweren Eingriff bedeutet und die Beweglichkeit der Finger dabei meist gering ist, wird diese Methode nur selten verwendet. L. Böhler fordert, da die Technik verhältnismäßig schwer ist und es mitunter zu starker Entkalkung der Knochen kommt, diesen Verband nie bei Leuten jenseits des 50. Lebensjahres anzuwenden und jenseits des 40. nur bei Ausnahmefällen.

Der Forderung Z U P P I N G E R S , bei allen Erkrankungen in Gelenknähe stets die Mittelstellung zu bevorzugen, wird der alte vielgebrauchte Schede'sche Verband nicht gerecht. Abb.



Stellung der Hand in der
Schede Schiene

Böhler wählt daher die Dorsal- Ulnarflexion auf einer dorsal angelegten kurzen Schiene; K L A P P bedient sich des kurzen Gipsverbandes in Streckstellung der Hand. Die Arten der Ruhigstellung bei Radiusfrakturen könnten mit Caldwell, Carothers, Behring, Joldersmaa, Mahlstrom, Chaffin und Saikku fortgesetzt werden. Aus der Fülle der immer wieder verwendeten Methoden, die sich im weiteren Verlauf durchgesetzt haben, sind folgende festzuhalten:

V.

Im folgenden Kapitel sollen die wesentlichen Punkte besprochen werden, die für den Behandlungserfolg von Bedeutung sind.

1. Technik der Reposition
2. Technik der Ruhigstellung
3. Stellung der Hand während der Ruhigstellung
4. Günstigste Zeit für die Reposition
5. Methode der Anästhesie
6. Dauer der Ruhigstellung
7. Physikalische Nachbehandlung

VI.

TECHNIK DER REPOSITION

In unserem Hause hat sich, wie die Ergebnisse zeigen werden, folgende Repositionsmethode am besten bewährt: Nach Erheben einer Anamnese über den Unfallhergang, nach einer eingehenden klinischen Untersuchung und Erstellen einer Röntgenaufnahme des Handgelenkes in zwei Ebenen erfolgt die Reposition, wobei die Hände des Operators im Übergriff dicht an der Bruchstelle liegen, also die Hand und das Vorderarmende kurz proximal der Fraktur umfassen. Der Patient ruht dabei auf einer Liege derart, daß der Arm der verletzten Seite durch eine breite, an der Wand befestigte Ledermanschette gesteckt wird. Das Ellenbogengelenk wird rechtwinklig gebeugt. Die eine Hand hebt nun den Unterarm des Patienten an und flektiert mit der anderen unter Zug die Hand des Patienten maximal volar. Anschließend wird umgekehrt der Unterarm des Patienten nach unten gedrückt und die Hand des Patienten unter starkem Zug dorsal flektiert. Wir "brechen die Fraktur". Dadurch ist sofort auch die festeste Einkeilung gelöst. Die Hände des Operators bleiben in der gleichen Lage. Der Arm des Patienten wird in Brusthöhe gehoben und die Hand des Verletzten nach volar und ulnar abgeknickt. Bei gleichzeitigem Druck mit dem Daumen der den Unterarm umfassenden Hand des Operators auf das distale Fragment ist die Fraktur bereits eingerichtet.

Dieser Akt kann mit großer Kraft geschehen, denn eine Überkorrektur läßt sich kaum erzeugen. Im Übrigen werden etwa ausgebrochene Bruchstücke durch Anpressen eingefügt. Nunmehr fasst eine Hilfsperson den Daumen und die ersten 3 Finger des Patienten und extendiert durch leichtes Zurückneigen mittels eines Bruchteiles ihres Körpergewichtes die Fraktur. Dadurch bleibt die Hand automatisch in einer Mittelstellung, d.h. in leichter Dorsal- und Ulnarflexion. Der Daumen steht in direkter Verlängerung des Radius. In dieser Stellung wird nunmehr gegipst.

Zur Ruhigstellung legen wir eine dorsale Gipslonguette an, die von zwei Querfinger unterhalb des Ellenbogengelenkes bis zu den Fingergrundgelenken reicht. Dabei wird das Handgelenk etwas mehr als die Hälfte von dorsal umschlossen, wobei peinlichst darauf geachtet wird, daß es trotz leichter Modellierung nicht zum Druck auf die ulnare und besonders radiale Gefäßsgegend kommt. Mit einer feuchten Mullbinde wird zirkulär die Longuette von proximal nach distal am Unterarm befestigt. Dabei wird der Daumen durch Wattepolster zwischen ihm und dem Zeigefinger in Abduktion gehalten und im Gips bis zum Grundgelenk miteingeschlossen. Nach Erhärten des Gipses - erst nun läßt die Hilfsperson die Extension los - wird routinemäßig eine Röntgenaufnahme in zwei Ebenen gemacht und bei unbefriedigender Stellung nachreponiert. Durch die feuchte Mullbinde ist eine Ausdehnung des sich bildenden Frakturhämatoms nicht behindert. Jetzt wird der Patient mit einem "Gipszettel" entlassen, auf dem er angehalten wird, die Finger sofort

zu bewegen, auf Farbe, Temperatur und auftretende Gefühlsstörungen der Finger zu achten. Bei Veränderung eines dieser Punkte ist der Patient verpflichtet sofort unsere Unfallambulanz aufzusuchen. Jeder Patient wird am nächsten Tag wiederbestellt und nach genauer Untersuchung auf gute Durchblutung wird über den bereits vorhandenen Verband zur Versteifung eine Stärkebinde gelegt. Die Durchblutung wie auch die Bewegung ist unseres Erachtens für den ganzen Heilungsverlauf von entscheidender Bedeutung. Wir sind mit. W. S C H W E T L I C K der Meinung, daß die ersten drei Tage nach der Fraktur für das eventuelle Entstehen einer Dystrophie ausschlaggebend sind.

Nach 8 - 10 Tagen wird eine neuerliche Stellungskontrolle durchgeführt, die Hand steht in leichter Dorsal- und Ulnarflexion und bleibt so für die Dauer von 5 - 7 Wochen ruhiggestellt. Ohne Berücksichtigung des Alters, der Form und der Schwere der Fraktur ergibt sich für unser Patientengut eine mittlere Frakturheilungszeit von 42 Tagen. Ehalt hat bei einem Alter seiner Patienten von 11 - 90 Jahren eine Zeitdauer von 42,8 Tagen für Betriebsunfälle und 40,2 Tage für Nichtbetriebsunfälle errechnet. Die Erklärung dafür ist in der Arbeitswilligkeit selbstständiger bzw. Arbeitsunwilligkeit unselbstständiger Patienten zu finden. Der gleichen Auffassung ist auch H I L - G E N F E L D T , der aus Lehrbüchern zitiert:

"selbst wenn man den Gips nach 4 - 5 Wochen löst und mit Massagen beginnt, so erlebt man nicht so selten noch eine

nachträgliche Dislokation der Bruchstücke". Er fordert daher, den Verband nicht vor 6 Wochen abzunehmen und weist dabei auf die Kahnbeinfrakturen hin, die monatelang eingegipst sind und trotzdem zu keinen oder nur unbedeutenden und bald vorübergehenden Gelenkversteifungen führen. Über die Wandlung der Auffassungen von der Dauer der Ruhigstellung gibt folgendes Schema Aufschluß.

Nach Lidström:

Petersen	8 Tage bis 3 Wo.	1894
Paulsen	2 Wo.	1906
Lilienfeld	10 - 14 Tage	1907
Lexer	2 Wo.	1909
Böhler	3 Wo.	1919
Pfanner	10 - 14 Tage	1920
Klapp	3 Wo.	1920
Boorstein	3 Wo.	1925
Darrach	2 - 3 Wo.	1927
Platt	5 Wo.	1932
Klapp	3 Wo.	1943
Ingebrigtsen	5 - 6 Wo.	1946
Robins	6 - 10 Wo.	1950
Hilgenfeldt	6 Wo. mindest	1951
Gartland u. Werley	6 Wo.	1951
McNutt	10 Wo.	1956
Glock, Mackel u. Brown	8 Wo.	1957

Insgesamt hängt die Dauer der Ruhigstellung von vielen Faktoren ab. Wir machen die Entscheidung über den Zeitpunkt der Gipsabnahme vom Röntgenbild abhängig. Starke Entmineralisierung, schlechte Durchbauung, Wolkencallus sind für uns Kriterien, den Gips länger liegen zu lassen. Eine Refraktur oder ein nachträgliches Abweichen der

Bruchstücke haben wir dadurch vermeiden können.

Die Diskussion der Frage über den günstigsten Zeitpunkt der Reposition erübrigt sich, zumal die Mehrheit der Autoren die sofortige Reposition für notwendig hält. Die Folgen aus einer hinausgeschobenen Reposition können Nerven- und Gefäßschäden sein, die durch die verschobenen Fragmente verursacht werden. Eine verzögerte Heilungsdauer wäre in jedem Falle eine der Folgen. H A G L U N D erachtete die Reposition zum frühest möglichen Zeitpunkt als unbedingt notwendig, um befriedigende Ergebnisse zu erreichen. Nach seiner Meinung darf die Behandlung nicht länger als 6 Stunden hinausgeschoben werden, wenn sich nicht schlimme Konsequenzen wie Interposition von Gewebe und Sudecksche Atrophie infolge zulange gestörter Blutzirkulation daraus ergeben sollen. H I T Z R O T und M U R R A Y teilten diesen Standpunkt und berichteten von wenig befriedigenden Ergebnissen in Fällen, bei denen die Reposition hinausgeschoben wurde. M E Y E R und B O O R - S T E I N waren derselben Meinung. M A N G E S jun. und L E W I S beobachteten, daß die Reposition in den ersten 24 Stunden nach der Verletzung unkompliziert sei, danach aber bedeutend schwieriger würde. Wir schließen uns den Meinungen dieser Autoren voll an, es sei denn, daß wir aus narkosetechnischen Gründen - wir fordern mindestens eine 4 stündige Nüchternheit vor der Narkose - zum Warten gezwungen sind.

In unserem Hause wird die Radiusfraktur ausschließlich in Vollnarkose reponiert. Während man in den Anfängen der Radiusfrakturbehandlung mit Reposition noch ohne

jede Anästhesie arbeitete, (Haglund 1914, R. Jones. 1929) ging doch im Lauf der Jahrzehnte die Tendenz dahin, über die Lokalanästhesie zur Vollnarkose nur noch in Schmerzfreiheit zu reponieren. Da von den Anfängen der schmerzfreien Reposition bis heute die gegensätzlichen Anschauungen über Vollnarkose oder Lokalanästhesie herrschen, wie im weiteren noch dargestellt werden wird, erscheint eine etwas ausführlichere Behandlung zum Thema Lokalanästhesie angezeigt.

Die ersten Veröffentlichungen über die Lokalanästhesie gehen auf B I E R 1908 sowie H Ä R T L 1909 zurück. Ihr Prinzip bestand darin, daß nach Abschließen der zu operierenden Gliedmaße vom großen Kreislauf mittels einer arteriellen Blutleere durch intravenöse Injektion einer bestimmten niederprozentigen Menge eines Lokalanästhetikums ohne Adrenalinzusatz - Bier verwendete Procain - eine vollkommene Anästhesie der Gliedmaße peripher von der Blutleere auftritt. (Denecke) Die lokalanästhetischen, wirksamen Substanzen gehen nach A U B E R G E R von dem Alkaloid Cocain aus, ausgenommen zahlreiche stickstofffreie Verbindungen. Die Untersuchung dieser Gruppe der Ester aromatischer Säuren führte 1905 zur Synthese von Novocain (Procain). Aus diesen Grundsubstanzen wurden zahlreiche Abkömmlinge entwickelt, die sich praktisch nur durch ihre Toxität und analgetische Potenz unterscheiden. Aus der Sicht der Praxis erscheint vor allem ein Gesichtspunkt beachtenswert, nämlich die bewußte Beschränkung auf die routinemäßige Anwendung eines einzelnen Präparates, weil dies auch dem vielbeschäftigten Praktiker das Gebiet

überschaubar hält und fortlaufende Information ermöglicht. Der Zusatz von Adrenalin zu lokalanästhetischen Lösungen - Fertigpräparate enthalten einen Adrenalin-zusatz von 1 : 200 000 - führt zu örtlicher Vasokonstriktion, verzögert somit die Resorption und verlängert damit die Wirkungsdauer. Dadurch kommt es zu einer relativen Verringerung der Toxizität.

Die Lokalanästhesie erscheint gerade in der kleinen Chirurgie und damit zur Reposition der Radiusfraktur besonders geeignet. Eine weitere Indikation für die Lokalanästhesie stellt der Alterspatient und das Kind dar. Da es sich bei Patienten mit Radiusfrakturen an typischer Stelle doch zumeist um den sogenannten " Patienten von der Straße " handelt, ein Patient also, der entweder nicht nüchtern ist, über dessen Herz- und Kreislaufzustand nichts bekannt ist und außerdem eine möglichst schnelle Reposition sowohl vom Patienten als auch vom behandelnden Arzt wünschenswert erscheint, wird auch hierin eine besondere Indikation für die Lokalanästhesie gesehen. Daß es sich dabei um einen weitverbreiteten Irrtum handelt, soll an Hand der Gefahrenmomente, die die Lokalanästhesie beinhaltet, dargestellt werden.

Dabei ist zunächst die Sofortreaktion zu erwähnen mit zentraler Depression, mit Atemstillstand, Kreislaufzusammenbruch und Herzstillstand, wobei nach D R O H selten primäres Krampfgeschehen zu beobachten ist. Die Symptome treten plötzlich und ohne Vorwarnung auf. Die toxische Wirksamkeit der Lokalanästhetika hängt von ihrer

Resorptionsgeschwindigkeit und Abbauzeit ab. Die Höhe der Blutplasmakonzentration in der Zeiteinheit bedingt das Ausmaß der akuten Einwirkung auf das Zentralnervensystem, welches als hauptsächlichliches primäres Organ fungiert. Kommt es bei rascher Resorption von großen Schleimhautflächen oder anderen gefäßreichen Geweben aus oder infolge unbeabsichtigter intravasaler Injektion zu einem plötzlichen Anstieg der Blutplasmaspiegel, so resultiert daraus die oben beschriebene meist schwere Sofortreaktion.

Andererseits kann aber die kontinuierliche Aufnahme selbst einer Normdosis bei einem besonders sensitiven Patienten noch nach 20 - 30 Minuten zu einer Spätreaktion Anlaß geben. D R O H berichtet über 4 Fälle eines Hirninfarktes im Gefolge von Lokalanästhesie. Sie betreffen Rückwirkungen auf die Hämodynamik bei Individuen mit bestehenden cerebralem Gefäßprozeß. Er schreibt, daß für die Lokalanästhesie die gleichen Regeln zu gelten haben, wie für Allgemeinanästhesie und daß es eine falsche Vorstellung sei, daß die Lokalanästhesie in jedem Falle harmloser als die Allgemeinanästhesie wäre. Dabei ist zu berücksichtigen, daß Lokalanästhetica allgemeine Nervengifte sind, deren pharmakologische Wirksamkeit sogar höher ist als die der Allgemeinnarkosemittel. Die beschriebenen Kreislaufwirkungen der Lokalanästhetica folgen aus einer Weitstellung der Gefäßperipherie, teilweise über einen direkten Angriff am Hypothalamus und den nervösen Regulationszentren von Herz und Kreislauf, teilweise durch gleichzeitigen

Angriff am glatten und quergestreiften Muskel. Drog fand, daß es sich um Individuen mit höherem Lebensalter handelte, bei denen es im Anschluß an eine Lokalanästhesie mit Novocain zu einer hypotonen Kreislaufregulationsstörung und in deren Verlauf zu einem hämodynamisch bedingten anämischen Hirninfarkt gekommen war. Bei allen Kranken ergaben sich außerdem vom Lebensalter oder vom Befund her Hinweise auf eine gefäßabhängige cerebrale Vorschädigung.

Die Spätreaktion ist vorwiegend gekennzeichnet durch auftreten von Krämpfen als Ausdruck einer zentralen nervösen Erregung. Bewußtseinstörungen, Sehstörungen, Brechreiz sind die Vorläufer vor einem Atem- und Kreislaufstillstand. Eine schematische Abgrenzung ist auf Grund der zahlreichen Überschneidungen der Symptomatik nicht möglich, wobei vor allem auch der Einfluß einer Adrenalinanwendung in das diagnostische Bild einbezogen werden muß. K I L I A N schreibt, daß es sich bei den Zwischenfällen durch Lokalanästhetica, wenn man diese in ihrer Gesamtheit übersieht, nicht um eine reine Form der Intoxikation durch das Mittel nach Oberflächen- Infiltrations- und Leitungsanästhesie oder um eine reine Vasoconstrictorenvergiftung, also eine Adrenalin- Noradrenalinvergiftung handelt, sondern um Kombinationsformen, was die Erkennung des klinischen Bildes erschwert.

Eine weitere, nicht zu unterschätzende Gruppe der Vergiftungen entsteht durch Allergie, Idiosynkrasie und

anaphylaktische Erscheinungen. Kilian beruft sich auf eine Statistik von Hohlfeld aus dem Jahre 1953 in der allein 106 Vergiftungen durch Lokalanästhesien mit 31 Todesfällen erwähnt werden. H A V E R S berichtet über 5 Zwischenfälle mit tödlichem Ausgang 1965 allein in Nordrhein Westfalen bei Lokalanästhesien. Kilian hat ein Schema zusammengestellt, daß die spezifischen Komplikationen durch Lokalanästhetica und die Schäden unspezifischer Art während oder nach einer Lokalanästhesie zeigt.

I. A. Schäden durch lokalanästhetische Mittel:

1. Vergiftungserscheinungen durch absolute oder relative Überdosierung.
2. Vergiftungserscheinungen durch zu rasche Resorption infolge mangelhaften Abbaues durch die Esterase oder die indirekte Steigerung der Toxizität infolge zu hoher Zusätze von Vasoconstringentien, Kombination mit Nephathen u.a.
3. Die versehentliche intravasale Injektion.

B. Vergiftungserscheinungen durch Vasoconstringentien und zwar

1. Allgemeine Vergiftung durch Adrenalin, Noradrenalin und verwandte Präparate (Sensibilisierung der Reizleitung des Herzens, der Herzreflexe, Überanstrengung des Herzens), Toxizitätssteigerung der Lokalanästhetica.
2. Örtliche Schäden im Sinne einer Nekrosebildung.

C. Eine weitere Gruppe der Vergiftungen entsteht durch Allergie, Idiosynkrasie anaphylaktische Erscheinungen (Sofortreaktionen auf die Injektion mit Lokalanästhetica.

II. Unspezifische Komplikationen

1. Mechanische Nervenverletzungen.
2. Toxische Nervenschäden.
3. Gefäßverletzungen, Blutungen, Thrombosen.
4. Kollapsformen mit tiefem Blutdrucksturz und zentraler Anoxie, reflektorische Kollapsformen, Irritation vegetativer Geflechte: die Carotisirritation, Reizung der Grenzstrangganglien.
5. Infektionen aller Art, eventuell mit Osteomyelitis, Allgemeininfektion.

An lokalen Komplikationen ist noch zu erwähnen, daß durch Quellung des Gewebes bzw. Vergrößerung des Frakturhämatoms Zirkulationsstörungen bedingt sein können, die zu einer Weichteilschädigung führen, gerade dies ist aber im Hinblick auf die noch zu erwähnende Sudeck'sche Dystrophie zu vermeiden. Knochen- und Gelenkseiterungen mit nachfolgenden Gelenkversteifungen können die Repositionserfolge zunichte machen. L. Böhler hat bei Infektionen nach Lokalanästhesien zur Einrichtung von Radiusfrakturen 3 Amputationen erlebt.

Die Zwischenfälle zeigen die Gefährlichkeit, die in der Anwendung 2 % iger Lösungen für ausgedehnte Infiltrationsanästhesien liegt. Man muß sich darüber im Klaren sein, daß die toxische Wirkung eines Lokalanästheticums mit der Zunahme seiner Konzentration erheblich, nach Macintosh sogar quadratisch gesteigert wird. Das gilt mit besonderem Nachdruck, wie Havers schreibt, für Xylocain und Scandicain, die verglichen mit Novocain etwa doppelt so toxisch sind.

Eine bewondere Schwierigkeit stellt die Therapie dieser Zwischenfälle dar, da es sich um Überlagerungen von allergischen, anaphylaktischen oder vagal ausgelösten Erscheinungen handelt. D E N E C K E fordert für dieses Anästhesieverfahren - also die Lokalanästhesie - daß Zwischenfälle vorsorglich eingeplant werden. Dazu gehört unter allen Umständen eine Notfallausrüstung die einen Beatmungsbeutel mit Maske, einen Rachentubus, ein Barbiturat, ein Muskelrelaxans, einen Endotrachealtubus und ein Laryngoskop enthalten.

Wir halten die Lokalanästhesie zur Reposition von Radiusbrüchen wegen ihrer vielen Gefahrenquellen und da es sich zumeist um Patienten handelt, über deren Herzkreislaufsituation wir nicht ausreichend informiert sind, als ungeeignet. -

Obwohl P O U L S E N 1906 bereits die Resultate, die man durch Vollnarkose erzielt hatte, als bessere gegenüber den Ergebnissen ohne Narkose beobachtet hatte, wurde erst durch die Einführung der Lokalanästhesie durch Böhler 1919 die Methode weit verbreitet.

B A N K A R T , Ghormley und Mroz (1931) White (1945) Robins (1950) und Milch (1950) plädierten alle für irgendeine Art der Vollnarkose, weil sie diese für die einzige Möglichkeit hielten, um eine vollständige Entspannung der Muskulatur zu erreichen, die zur guten Reposition erforderlich ist. B A N G E schreibt 1921, daß jeder dislozierte

Bruch zur Erzielung der besten Funktion in Narkose reponiert werden soll. S C H W E T L I C K richtete sämtliche verschobenen Radiusbrüche in örtlicher Betäubung ein. Dabei müsse die Nadelspitze im Bluterguss sitzen, weil sich nur dann die Novocainlösung so gut verteilen kann, daß eine absolute Schmerzfreiheit entsteht; diese bekannte Forderung würde von Kollegen unbeachtet bleiben, die sich wegen ungenügender Schmerzfreiheit nicht zur Lokalanästhesie entschließen könnten ! J O N A S C H (1964) spritzt 20 ml einer 2 % igen Novocainlösung in den Bruch und S M A I L L (1965) praktizierte ebenfalls die Lokalanästhesie.

Mit der Entwicklung der modernen Ultrakurzmarkotica haben wir die Möglichkeit eine Vollnarkose und Muskelentspannung in kürzestem Zeitraum zu erreichen: unangenehme Nebenwirkungen nach Abklingen der Narkose fallen auch weg.

Wie erwähnt fordern wir als Narkosevorbereitung Nüchternheit des Patienten für vier Stunden und nach Vorspritzen von Atropinum sulfuricum verwenden wir Epontol ⁽¹⁾ i. V. für die Narkose. Nach der Reposition und Erhärten des Gipses sind die Patienten meist bereits wieder in der Lage zur Stellungskontrolle die Röntgenabteilung selbst aufzusuchen. Zwischenfälle haben wir nie beobachtet.

Nach endgültiger Entfernung des Gipses wird eine abschließende Röntgenkontrolle des Handgelenkes durchgeführt, und nach dessen Ergebnis die Nachbehandlung festgelegt. Außerdem spielt die Hautfarbe und die Verschmächting der

(1) Bayer

Muskulatur dafür eine Rolle. Bei leichter Cyanose beginnen wir mit zentralen segmentalen Massagen von der Wirbelsäule ausgehend. Dreimal wöchentlich werden aktive Bewegungsübungen durchgeführt, die etwa ab der 4. Woche nach Gipsabnahme in die Kapatsche Methode überleiten. Die Methode beruht darauf Komplexbewegungen nach Bewegungsmustern auszuführen. Es werden dabei Muster von Bewegungsynergien ausgewählt, die für eine normale Motorik charakteristisch sind. Man geht von dem Grundsatz aus, daß das Gehirn nichts von einzelnen Muskelaktionen weiß, sondern nur von Bewegungen. Nach K N O T T und V O S S spielen dabei die Drehpunkte eine besondere Rolle. Dementsprechend muß bei Patienten mit Kontrakturen die Rotation ganz besondere Beachtung finden. Bei der Nachbehandlung von Radiusfrakturen an typischer Stelle wird demnach die Betonung auf dem Handgelenk liegen. Dabei werden Bewegungsabläufe vom Schulter- über das Ellenbogengelenk zu den Fingergelenken geübt, die die geschwächte Muskulatur für das Handgelenk automatisch mit induzieren.

Nur bei den in ganz seltenen Fällen und geringfügig beobachteten Gelenksteifen - in unserem Patientengut um die 1 % Grenze - führen wir Unterwasser-massagen durch, die aktiv bis zur Gebrauchsschule gesteigert werden. Dabei wird auf spezielle Bewegungsnotwendigkeiten der Berufe eingegangen, z.B. Schrauben-drehen-lassen oder Wringbewegungen für Hausfrauen. Wir erreichen damit eine Arbeitsfähigkeit 10.- 12 Wochen nach dem Unfall.

VII.

KOMPLIKATIONEN

Eine Analyse der beobachteten Komplikationen zeigt, daß man grundsätzlich von zwei Ursachen für ihre Entstehung ausgehen kann: Einmal von solchen, die sich aus der Fraktur ergeben, zum anderen solchen, die auf die Behandlung zurück geführt werden müssen. Wenngleich der Abriss des Processus styloideus ulnae als eine der häufigsten Komplikationen der Radiusfraktur betrachtet und für spätere Beschwerden verantwortlich gemacht wird, so stehen doch die Angaben der meisten Autoren in Widerspruch dazu. E H A L T sah bei dieser Art der Fraktur keine Komplikation in Bezug auf die Heilungsdauer und spätere Funktion. B A N G E schreibt, daß beim gleichzeitigen Abriss des Processus styloideus ulnae oft eine Konsolidierung unter starker Knochenneubildung geschieht, bzw. diese pseudarthrotisch erfolgt, die der Hand ein unschönes Aussehen verleiht und einen Grund für Dauerbeschwerden darstellt. S M A I L L hat beobachtet, daß die Häufigkeit von späteren Beschwerden bei der Radiusfraktur mit Abriss des Processus styloideus ulnae nicht größer war als ohne Abriss. Auch wir haben festgestellt, daß die Ergebnisse mit oder ohne Beteiligung des Proz. styl. ulnae in Bezug auf spätere Funktion oder Beschwerdefreiheit nicht voneinander abweichen.

Eine zweite häufig beschriebene Komplikation, die Sudeck'sche Dystrophie gehört hierher. Aus dem Studium

der Literatur ergibt sich als heute allgemein verbreitete Ursache für dieses Krankheitsbild eine Minderdurchblutung schließlich auch als Folge der Ruhigstellung und fehlerhafter Fixationsmethoden. Diese Erklärung erscheint für dieses eindrucksvolle Krankheitsbild jedoch nicht ausreichend. H E I L M E Y E R behandelt die Sudeck'sche Erkrankung bezeichnender Weise in seinem Kapitel über Störungen der vegetativen Efferenz und unter den vegetativen Störungen und der klinischen Psychotherapie. Unter den bekannten Störungen der Trophik der Haut und des Unterhautgewebes sind auch segmentbegrenzte Störungen (Herpes zoster) und Atrophien von Sehnen, Muskeln und Knochen bekannt. (Sudeck'sche Atrophie) Die Störungen findet man vorwiegend bei vegetativ labilen Personen. Doch können auch klinisch manifeste Krankheitsbilder wie Erkrankungen der Halswirbelsäule und der Armgefäße so auch Erkrankungen des Herzens trophische Störungen hervorrufen. 1947 wurde das Schulter- Handsyndrom als Syndrom der reflektorischen sympathischen Dystrophie der oberen Extremitäten beschrieben. Es handelt sich um die Sudeck'sche Reflexdystrophie, die vorwiegend bei Endocarditis lenta und Rechtsüberlastungen bei pulmonalen Erkrankungen (Emphysem) auftritt. Klinische Beobachtungen stützen dabei die Vermutung, daß es eigene trophische Fasern gibt. Dabei kommt es zu neurodystrophischen Störungen mit Schmerzen in der Hand und der Schulter, die als brennend, heiß, stechend oder bohrend bezeichnet

werden. Die Haut wird glatt und glänzend. Es treten Ödeme des Handrückens auf, schließlich kommt es zu Bewegungseinschränkungen der Finger, der Faustschluß wird unmöglich.

Pathogenetisch liegt eine Reflexdystrophie zugrunde, die von einem reaktiven Knochenumbau über die Dystrophie zur Endatrophie vor allem des Handskelettes führt. Die Diagnose wird durch Röntgenuntersuchung gesichert. Man sieht nach längerem Intravall - jedoch nicht vor drei Wochen - eine fleckige Entkalkung die Sudeck'sche Atrophie. Heilmeyer gibt als Therapie die Stellatumblockade, Binde- gewebs- und Streichmassagen wie auch durchblutungsfördernde Medikamente und Armbäder an. Die Prognose ist in jedem Fall gut. Nach W A N K E ist das atrophische Stadium mit völliger Gebrauchsunfähigkeit der Hand nach einer Radiusfraktur loco typico eine extreme Seltenheit.

S C H W E T L I C K hat in 6 Jahren keine Sudeck'sche Erkrankung gesehen und führt das auf sofortige aktive Bewegungsübungen nach Anlegen des Gipses zurück. Er ist wie oben bereits erwähnt der Meinung, daß die ersten drei Tage nach erfolgter Reposition darüber entscheiden, ob sich ein Sudeck entwickelt oder nicht. Auch S M A I L L hat in seinem Patientengut von 79 Radiusfrakturen diese Komplikation nicht gesehen. Seine Behandlungsmethode entsprach im Wesentlichen den Beschriebenen mit besonderem Augenmerk auf gute Durchblutung. D E B R U N N E R fordert schonende, schmerzlose Reposition und häufige

Kontrolle der Zirkulation in den ersten Tagen.

In unserem Hause hat sich die Sudeck'sche Dystrophie bei Radiusfrakturen an typischer Stelle seit Frühjahr 1969 bei mehreren Fällen gezeigt. Die Ursache was bisher noch nicht mit Sicherheit zu eruieren. Doch scheint der Wechsel, der die chirurgische Ambulanz versorgenden Ärzte, der sich seit diesem Zeitpunkt im Zuge der "rotierenden Ausbildung" ergeben hat, dafür verantwortlich zu sein. Daß geringfügige Unterschiede in der Erstbehandlung der Radiusfraktur zu solchen Erscheinungen führen, wurde auch von Lidström angegeben, der die Ergebnisse in schwedischen Unfallambulanzen zusammengestellt hat. Außerdem haben wir zwischen dem Auftreten der Sudeck'schen Dystrophie und der warmen Jahreszeit einen Zusammenhang gesehen. Dieser Gegebenheit wird in unserem Hause augenblicklich besondere Aufmerksamkeit gewidmet.

Eine weitere Komplikation der Radiusfraktur, die in der Literatur beschrieben wird, der Abriss der Sehne des M. pollocis longus soll hier erörtert werden.

D E W U L F hat diese Art der Verletzung als Spätschaden der Radiusfraktur an Häufigkeit an die erste Stelle gestellt. J. Böhler erklärt im Gegensatz dazu, diese Komplikation sei extrem selten, er habe sie bei ungefähr 5 000 Fällen nur 2 x gesehen. Smaill berichtet von 2 Patienten mit dieser Komplikation aus 79 Fällen und weist darauf hin, daß die Ruptur etwa 8 Wochen nach

der Radiusfraktur eingetreten sein muß, da er es nicht für wahrscheinlich hält, daß bei der Unfallaufnahme diese Verletzung übersehen worden ist. Diese Beobachtung deckt sich ziemlich genau mit der Feststellung von B O Z D E C K und V L A C H , die den Riß der Sehne des M. extensor pollicis longus nach Radiusfraktur an typischer Stelle meist 4 - 5 Wochen nach dem Unfall beschrieben haben. Eine Ursache für den Abriss der Sehne wird jedoch nirgends erklärt.

Nach unserer Vorstellung wird die Sehne entweder durch den Frakturmechanismus mehr oder weniger stark geschädigt, oder aber bei der Reposition durch Druck und Extension über die scharfkantigen Fragmente verletzt. Möglicherweise kann eine Schädigung der Sehne im Sinne einer Druckatrophie durch den Gipsverband auftreten. Wenn nach Gipsabnahme die Gebrauchsfähigkeit der Hand wieder zurückkehrt, kann die geschädigte Sehne bei festem Zugreifen abreißen.

L. Böhler berichtet, daß man bei Freilegung der Sehne die Enden stark aufgefasert und vernarbt findet und daß es schwer möglich ist, sie miteinander zu vereinigen. Es sei am zweckmäßigsten, das zentrale Ende der abgerissenen Sehne gar nicht anzuschauen, sondern das periphere mit der Sehne des Extensor indicis proprius zu vernähen. Der Extensor carpi radialis longus oder brevis haben sich nicht bewährt. Bei ihrer Verwendung gelingt die Streckung im Grundgelenk gewöhnlich nicht vollständig, da sie eine viel kürzere Wegstrecke haben

als der Extensor pollicis longus. Die Sehnennaht müsse bei Dorsalbeugung der Hand und bei Abduktion des Daumens durchgeführt werden. In dieser Stellung wird die Hand für 5 Wochen mit einem Gipsverband ruhiggestellt, welcher die volle Beugung der anderen Finger zuläßt.

B O Z D E C K schlägt diese Therapie laut H A G E R als Therapie der Wahl ebenfalls vor und fixiert für 3 Wochen. S E I F E R T, der beobachtet hat, daß bei länger zurückliegendem Abriss der Sehne, der M. extensor pollicis longus sehr schnell atrophiert, geht in ähnlicher Weise vor, nimmt jedoch statt der Sehne des M. extensor indicis proprius die Sehne des M. ext. dig. communis. Seifert hat dadurch eine Rotation des Zeigefingers vermeiden können. Er stellt die Hand in leichter Radialabduktion mit Streckstellung des Daumens und des Zeigefingers 3 - 4 Wochen ruhig. Nach Gipsabnahme erlernen die Patienten nach seinen Erfahrungen sehr schnell, den Daumen und Zeigefinger getrennt zu strecken, die zunächst immer gleichzeitig gestreckt werden.

Wir würden die freie Transplantation der Palmarissehne vorsehen. Ein Abriss der Sehne wurde aber bei keinem unserer Fälle beobachtet.

Als Spätschädigung nach einer Radiusfraktur an seinem unteren Ende ist die Einengung des N. medianus in seinem Durchtrittskanal unter dem queren Handgelenksband zu erwähnen. Dieses Carpal-tunnel-Syndrom wurde von W A N K E und auch D E B R U N N E R beschrieben. Letzterer hat

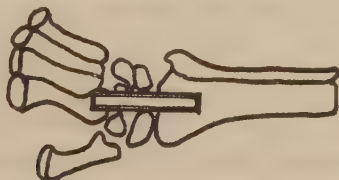
durch die Spaltung des Lig. carpi transversum Schmerzfreiheit erreicht.

Das gefürchtete Schulter- Arm- Fingersyndrom - so glaubt F R Y M A N - kann durch aktive Übungen und durch Ruhigstellung mittels Schlinge oder Tragetuch vermieden werden.

Eine weitere für spätere Beschwerden verantwortliche Komplikation ist die Arthrosis deformans. Sie tritt vermehrt bei den intraarticulären Frakturen des Radius auf und ist nur durch exakte Reposition, d.h. stufenlose Wiederherstellung der Gelenkfläche zu vermeiden. J. Böhler gibt an, daß selbst bei einer Verschiebung um eine ganze Schaftbreite konservative Behandlung zu guten Resultaten führt, d.h. wenn keine Achsenknickung zurück bleibt. Bei kleineren Kindern können nach seiner Meinung sekundäre Achsenknickungen von 15 - 20 Grad belassen werden und brauchen nicht durch Refraktur korrigiert zu werden. Wachstumsstörungen nach Epiphysenfugenverletzungen seien am einfachsten nach Abschluß des Wachstums durch Verkürzungsosteotomie der Elle zu korrigieren. Bei nicht ganz akurater Reposition haben wir die schon von V O G T beobachtete Differenz im Längenwachstum mit Achsenknickung gesehen. Da das Handgelenk im Gegensatz zum Knie oder dem Sprunggelenk zur Bildung der Arthrosis deformans verhältnismäßig wenig Neigung zeigt, ist diese Komplikation selten. Sollte sich jedoch eine starke Gebrauchsminderung der betroffenen Hand durch die Arthrose mit den damit verbundenen starken Schmerzen einstellen und zu erheblicher Behinderung führen, so empfiehlt S C H W A R Z die Arthrodesse des Radionavicular-Gelenkes

ohne Radioulnar-Gelenk. Als Operationsmethode der Wahl wird das Verfahren nach S T E I N D L E R angegeben. Es beruht auf einer sparsamen Resektion mit anschließender Knochennaht. Es handelt sich hier nach W A C H S M U T H um einen Typ der Anfrischungsarthrodese. Anschließend werden die Gelenkflächen des Radius und der mit ihm articulierenden Handwurzelknochen, des Os naviculare und Os lunatum, von ihrem Knorpel befreit und je eine Knochennaht zwischen diesen beiden Knochen und dem Radius angelegt. Die Hand wird somit in Dorsalflexion ruhiggestellt. (Radiodorsale Arthrotomie)

Nachdem die reinen Anfrischungsarthrodeseen mit Fortnahme der Knorpelflächen im Radiocarpal-Gelenk zu keiner befriedigenden knöchernen Vereinigung geführt haben, hat man sich mehr den Überbrückungsplastiken oder Verriegelungsarthrodeseen zugewandt. Heute bevorzugt man allgemein eine Kombination dieser beiden Verfahren. Dabei wird mit dem Meissel ein Bett für den Knochenspan aus den Handwurzelknochen und der Speiche bereitet. Der Span kann auch zwischen Radius und Metacarpale II eingelagert werden, wobei man noch zusätzlich die überbrückten Handwurzelknochen oberflächlich anfrischen kann.



In der Literatur beschriebene Läsionen des Nervus ulnaris und radialis infolge von Radiusfrakturen haben wir in unserem Patientengut nicht beobachtet. Parästhesien, die im Zusammenhang mit der Fraktur aufgetreten sind, haben sich meist schon nach der Reposition und Ruhigstellung wieder gegeben.

Als Begleitverletzung der Fraktur des Radius an typischer Stelle muß noch die Kahnbein- und Mondbeinfraktur erwähnt werden. Auch der gleichzeitige Bruch des Triquetrum sei erwähnt. Ehalt gibt einen Fall aus seinem Patientengut an und zitiert Schinz, der diese Nebenverletzungen für häufig hält und von einer Symptomentrias (Speichenbruch, Abbruch des Proc. styloideus ulnae, Bruch des Triquetrum) spricht. Scheffler konnte bei einem sehr großen Material diese Trias niemals feststellen. Conti berichtet über zwei Brüche des Os triquetrum in Verbindung mit 542 Radiusfrakturen an typischer Stelle. Wir haben in den Fällen mit Kahnbeinfrakturen (4 aus 1715) keine Komplikation erlebt. Es war allerdings in diesen Fällen eine Ruhigstellung von 14 Wochen erforderlich, in denen die Kahnbeinfrakturen vollkommen ausgeheilt waren. Das funktionelle Ergebnis der Radiusbrüche wurde dadurch nicht beeinträchtigt. Einen Bruch des Triquetrum fanden wir niemals.

Bei den Komplikationen aus der Behandlung steht der schlechte oder überhaupt falsche Gipsverband an erster

Stelle. An zweiter Stelle erst ungenügende Reposition und zuletzt das Abrutschen der Fraktur, was jedoch nicht unbedingt auf fehlerhafte Ruhigstellung zurückzuführen sein muß. Schon Bange sagt 1921, daß der fehlerhafte Verband als das Grundübel für die schlechten Erfolge nach Radiusfrakturen zu bezeichnen sei. Die längere Ruhigstellung von Hand, Finger- und Ellenbogengelenk erfordert beim Erwachsenen schon nach kurzer Zeit meist monate- ja jahrelange Nachbehandlung, um die freie Beweglichkeit dieser Gelenke wieder zu erlangen. Auch durch zu fest angelegte Verbände, die zu einem länger anhaltendem Ödem von Hand und Fingern führten, wurde die Beweglichkeit aufs schwerste beeinträchtigt und die Heildauer sprunghaft heraufgesetzt. Steinhäuser 1952 spricht von Verbänden, die nur eine Farce sind. Das proximale Ende bei schlecht sitzenden Verbänden lockert sich oft und steht vom Arm ab, was einerseits darauf zurückzuführen ist, daß der Gips beim Trocknen weiter wird, andererseits durch Lockerung der Gipslonguette beim Muskelspiel am Vorderarm bedingt sein kann. Die Mißerfolge durch schlechte Verbandstechnik sind mannigfach. Bei der von uns geübten Behandlungsmethode, die bereits beschrieben ist, wird für eine ständige Überwachung des Verbandes gesorgt, sodaß wir von dieser Seite kaum Schwierigkeiten hatten.

Die Komplikationen, die sich aus ungenügender Reposition

ergeben mit erheblicher Einschränkung der Dorsal-seltener Volar- sowie Ulnar- und Radialabduktion sind hinreichend oft beschrieben. L. Böhler berichtet über Supinationsstörungen, die sich aus einer Pronationsdrehung der Hand beim Einrichten durch das Verdrehen des peripheren Bruchstückes ergeben haben.

Jonasch 1965 hat Mißerfolge beschrieben, wenn die Hand in maximaler Ulnarabduktion eingegipst wurde. Wenn die Fingergrundgelenke nicht in einer Stellung zwischen 60 und 70 ° gebeugt eingegipst wurden, kam es nach seinen Beobachtungen zu einem neuerlichen Abrutschen des peripheren Bruchstückes zur Dorsal-seite. Daß die neuerliche Verschiebung selbst eines primär gut eingerichteten Bruches bei einwandfreier Fixation doch noch möglich ist, wurde sowohl von Ehalt wie auch von uns gesehen. Eine Nachkorrektur ist in solchen Fällen immer nötig. Wie erwähnt, führen wir 8 - 10 Tage nach dem Trauma eine Röntgenkontrolle durch, um der erwähnten Komplikation rechtzeitig entgegenwirken zu können. Eine Nachreposition war bei uns in 14 Fällen = 0,81 % notwendig. Als Erklärung für die Ursache des beobachteten Abrutschens des Bruches muß die Wirkung des am distalen Speichende ansetzenden M. Brachioradialis angesehen werden. Dieser ist neben seiner Beugekomponente auch für die Pro- und Supination verantwortlich. Man muß den Patienten darauf aufmerksam machen,

im Gips die Finger und das Ellenbogengelenk zu bewegen, eine Rotation der Hand aber zu vermeiden.

VIII.

BERENTUNG

Über die Berentung allgemein gültige Angaben zu machen ist - wie aus den Büchern über die Rentenfestlegung schon hervorgeht - sehr schwierig. Unmöglich ist es, Vergleiche mit anderen Statistiken anzustellen. Die Ursache für diese mannigfaltigen Schwierigkeiten ergeben sich aus der verschiedenen Schwere der Verletzung und dadurch mehr oder weniger verzögerten Heilung, der Nachbehandlung und der Arbeitswilligkeit der Patienten. In der Norm bekommen unsere Patienten ab dem Datum der Arbeitsfähigkeit nach einer Radiusfraktur 30 %, nach 12 Monaten 20 % und nach 24 Monaten 10 % zugebilligt. Dabei werden Bewegungseinschränkungen mit besagten 30 % bewertet, Verdickung im Frakturbereich, Verschmäch- tigung der Muskulatur mit Minderung der groben Kraft mit 20 % und die nicht objektivierbare doch glaubhafte wetterfühligkeit mit 10 % berentet. Nach 2 Jahren sind die Patienten unseres Beobachtungsgutes objektiv beschwerdefrei, die subjektiven Beschwerden hören erfahrungsgemäß mit dem Einsehen der Aussichtslosigkeit auf eine Rente von selbst auf. Einen Versuch, aus der Berentung die Behandlung zu werten, halten wir für ab-

wegig. Eine schwere, offene Trümmerfraktur des distalen Radius wird sicher länger arbeitsunfähig sein und in der Folge höher berentet werden, als eine einfache distale Radiusfraktur ohne Verschiebung. Die höhere Berentung kann also nicht einer sicher optimalen Behandlung angelastet werden, sondern vielmehr der Schwere der Fraktur. Die Behandlungserfolge werden besser durch die Bewegungsausmaße unter Berücksichtigung der Normvarianten ausgedrückt.

IX.

ERGEBNISSE

Bei der Beurteilung des Repositionserfolges bei einer Radiusfraktur gehen wir als Bezugspunkt am besten von der Ulna aus. Wenn als Normvariante der Radius die Ulna um 0 - 2 mm überragt, so wird eine nicht völlig gelöste Eintauchung einer Radiusfraktur eine relative Verlängerung der Ulna bedeuten, die zu einer Hemmung der Ulnarabduktion führen wird. Eine relative Verkürzung der Ulna bei überextendiertem distalen Radiusfragment wird demgegenüber zu einer Hemmung der Radialabduktion führen. Um funktionell gute Ergebnisse nach der Reposition zu erreichen, ist es notwendig, innerhalb einer Grenze von ± 4 mm zu bleiben, wobei eine Verkürzung des Radius um 4 mm noch keine Bewegungseinschränkung verursacht. Smaill gibt sogar 6 mm an. Ein Überschreiten der Grenze von 4 mm hat bei unseren Beobachtungen zu subjektiven

wie auch objektiven Beschwerden geführt. Die Ergebnisse unseres statistischen Materials beziehen sich auf 22 904 ambulante Unfalleingänge vom 1.1.56 - 1.6.69. Unter diesem ambulanten Patientengut verzeichneten wir 1715 Radiusfrakturen an typischer Stelle. das sind 7,51 %. Aus diesem Patientengut wurden 1287 nachuntersucht, der Rest war aus verschiedenen Gründen (Begutachtung auswärts, Todesfall, Ortswechsel, Desinteressiertheit u.ä.) nicht zu erfassen. Die Untersuchung erfolgte in der Regel jeweils 6 bzw. 12 Monate nach dem Unfall, ausgenommen die Fälle des Jahres 1969, deren Unfall erst 6 Monate zurückliegt. Die Ergebnisse wurden unter dem Gesichtspunkt der Einschränkung der Bewegungsmasse durchgeführt, außerdem unter Berücksichtigung der Kraftminderung und der Angabe über Schmerzen. Eine Röntgenaufnahme zum Vergleich wurde jeweils angefertigt.

Optimal wurden Repositionen gewertet, bei denen der Radius die Ulna von 2 - 0 mm überragt, oder um 2 mm verkürzt ist.

Tab. 1 Bewegungsausmaße in der Anterior-posterioren Ebene

	1287 Fälle	Einschränk.d.		Kraftminderung		Schmerzen
		Ulnarabd.	Radialabd.	gering	stark	
optimal	± 2 mm	27 %	19 %	38 %	15 %	22 %
gut	2 - 4 mm	38 %	13 %	30 %	17 %	28 %
unbefriedigend mehr als 4 mm		74 %	56 %	42 %	32 %	34 %

Ein Überragen der Ulna um 2 mm oder eine Verkürzung von 2 mm gegenüber der Ulna wurde als optimal bewertet. (± 2) Eine Verkürzung von 2 - 4 mm gegenüber der Ulna war gut, eine Verkürzung um mehr als 4 mm unbefriedigend.

Um die Einschränkung in der seitlichen Ebene zu beurteilen, gehen wir von einer Normvariante des Radiuschaft-Gelenkwinkels von 10° aus.

Optimal wurden Repositionen bewertet, bei denen die Neigung des Radiuschaft-Gelenkwinkels $0 - 10^{\circ}$ betrug.

Tab. 2

Bewegungsausmaße in der seitlichen Ebene

1287 Fälle	Einschränkung d.		Kraftminderung		Schmerzen
	Dorsalflex.	Volarflex.	gering	stark	
optimal $0-10^{\circ}$	12 %	34 %	35,6 %	14 %	21
gut $11-20^{\circ}$	16 %	36 %	32 %	10 %	19 %
unbefriedigend mehr als 20°	32 %	89 %	47 %	42 %	30 %

Wie aus Tab. 2 ersichtlich, nimmt die Einschränkung der Volarflexion bei größerem Radiuschaft-Gelenkwinkel als 10° geringfügig zu, bei mehr als 20° fast um das Dreifache! Interessant ist ferner, daß die Kraftminderung bei optimaler Restitution des Gelenkwinkels am größten ist, bei Abflachung etwas geringer wird und erst bei Abkippen um mehr als 20° wieder zunimmt. Es bestätigt sich auch in unserer Arbeit wieder die Feststellung von Zacharias, Arbeitlang und Boeckl, daß mitunter in Fehlstellung verheilte Radiusfrakturen an typischer Stelle wenig Beschwerden machen, während andererseits ideal stehende Frakturen eine deutliche Minderung in der Gebrauchsfähigkeit hinterlassen.

Als Besonders eindrucksvoll erscheint folgender Fall, da er zeigt, daß trotz genauer Überwachung des Verbandes und von Röntgenkontrollen, Fehlschläge nicht zu vermeiden sind:

H.W., 35 Jahre, 184 cm, 110 kg (!) stürzte am 20.1.68 aus etwa 1 m Höhe vom LKW auf die dorsal flektierte rechte Hand. Dabei kam es zu einem handgelenk-nahen Speichentrümmerbruch rechts mit erheblicher Fehlstellung und Abbruch des Proc. styloideus ulnae. Bei der Aufnahme erfolgte Einrichtung des gelenknahen Speichenbruches in Kurznarkose und Anlegen einer dorsalen Unterarmgipslonguette. Wegen einer oberflächlichen Schürfung im Bereich des rechten Handgelenkes wurde eine Tetanol-Auffrischungsimpfung durchgeführt. Nach Gipsabnahme am 28.2.1968 hatten sich die typischen Zeichen des Karpaltunnel Syndroms ausgebildet, am 29.2.1968 wurde die entsprechende Operation mit Spaltung des Lig. carpi transversum vorgenommen, wodurch es zu einer guten Entlastung des durch den verschobenen Speichenbruch eingeeengten Mittelnerven kam. Klinisch bildete sich im weiteren Verlauf die Störung des Nervus Medianus vollständig zurück. Nach in ausreichender Stellung knöchern fest verheiltem Bruch kam es nach Beginn einer vorsichtig eingeleiteten Nachbehandlung zu Rötung, Schwellung und starker Schmerzhaftigkeit im Bereich des rechten Handgelenkes und der Hand. Die Röntgenkontrolle ergab eine fleckige Entkalkung der Skelettanteile und damit im Verein mit der klin. Symptomatologie das Vollbild einer Sudeck'schen Erkrankung. Nach vorübergehender Ruhigstellung wurde wieder mit vorsichtigen medico - mechanischen Maßnahmen begonnen, die subjektiv und objektiv gut vertragen wurden.

Am 22.5.1968 hatte sich bei freier Beweg-

lichkeit des rechten Schulter- und Ellenbogengelenkes die Schwellung, Rötung und Überwärmung der rechten Hand gut zurückgebildet. Die Handgelenksbeweglichkeit war im Vergleich zur Gegenseite zur Hälfte eingeschränkt, bei unvollkommenem Faustschluß. Die abschließende Untersuchung - Arbeitsfähigkeit ab 5.8.1968 - ergab folgendes :

Vergleichende Umfangmasse

	links	rechts (Frakt.)
Handfläche	25,0 cm	26,6 cm
Handgelenk	20,2 "	23,0 "
Unterarm	32,5 "	30,5 "
Oberarm	33,7 "	33,0 "

Bewegungsmasse

	links	rechts
Volarflex.	65 °	40 °
Dorsalflex.	60 "	40 "
Ulnarabdukt.	30 "	15 "
Radialabdukt.	20 "	25 "

Die folgenden Röntgenaufnahmen zeigen die Hand des Unfallverletzten bei der Aufnahme (1) nach Reposition und Gipsfixation (2) und bei der Nachuntersuchung am 1.8.1968 (3).

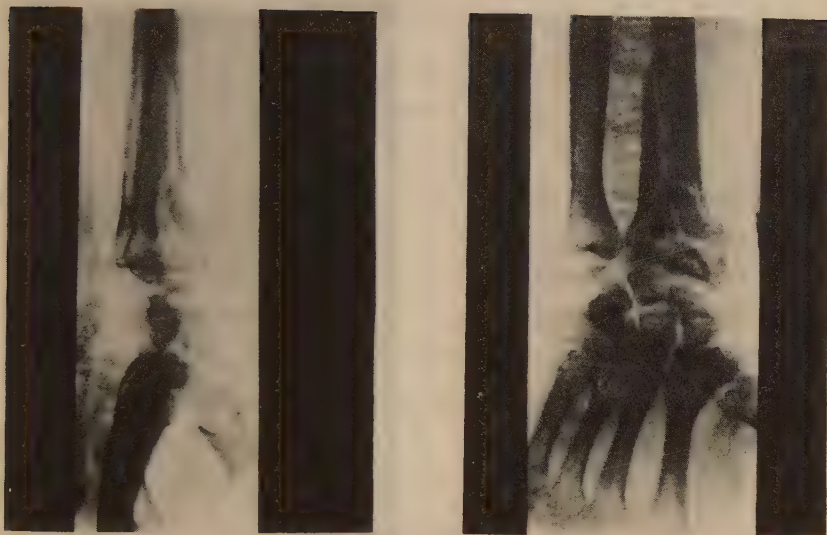


seitlich

1



a. p.



seitlich

2

a. p.



3

Wir haben bei allen unseren Untersuchungen jeweils das verletzte und unverletzte Handgelenk vergleichend untersucht. Dabei fanden sich an den unverletzten Handgelenken Werte für die Dorsal- und Palmarflexion, die zwischen 30 - 85 Grad schwankten, bei der Radial- und Ulnarabduktion zwischen 15 - 40 Grad. Pykniker und Bauarbeiter z.B. sind zumeist nicht in der Lage, die Hand über 30 Grad dorsal zu flektieren, während Astheniker und Frauen häufig 85 Grad leicht erreichen. Unter Berücksichtigung dieser Varianten hat sich aus unserem Material ein Mittelwert ergeben, der in Tab. 3 dargestellt ist.

Tab. 3

Mittelwert der Bewegungen am verletzten und unverletzten Handgelenk

Mittelwert in Graden

	unverletzt	verletzt
Dorsalflexion	61	59
Palmarflexion	53	47
Radialabduktion	10	15
Ulnarabduktion	30	22

Aus diesen vergleichenden Zahlen ergibt sich eine mittlere Differenz von 5,5 Grad zwischen verletztem und unverletztem Handgelenk, was als ausgezeichnetes Ergebnis betrachtet werden muß, zumal eine Einschränkung der Beweg-

lichkeit um 5 Grad vom Patienten meist gar nicht wahrgenommen, zumindest aber als keine Einschränkung empfunden wird. Allerdings wird eine Einschränkung in der Dorsalflexion als weniger störend empfunden, als die Einschränkung der Palmarflexion. Diese schwächt den Faustschluß, mindert dadurch den Gebrauchswert der Hand und wird dadurch als störender empfunden.

Ein weiterer Gesichtspunkt, nachdem wir unsere Radiusfrakturen an typischer Stelle untersucht haben, ist die Rechts- Linkshäufigkeit. Es ergab sich ein Verhältnis rechts zu links von 2 : 3. Die Auswertung nach Geschlechtern ergab das Verhältnis männlich zu weiblich von 2 : 3. Es überwiegen also bei Männern wie auch bei Frauen die Radiusfrakturen links; die Frauen wiederum gegenüber den Männern. Identische Angaben finden sich in der gesamten Literatur über Radiusfrakturen an typischer Stelle. (Böhler, Ehalt, Hilgenfeldt et al.) Eine Erklärung dafür wird jedoch nirgends angegeben, scheint jedoch unabhängig von den Unfallmechanismen darin zu liegen, daß die meisten Menschen Rechtshänder sind und im Umgang mit der linken Hand weniger Gewandtheit zeigen.

Schlüsselt man das Patientengut ferner nach Altersklassen auf, so ergeben sich für die Häufigkeit der Radiusfraktur folgende Zahlen in Prozent :

bis zum 10. Lebensjahr	17.50 %
11. - 20. "	13.75 "
21. - 30. "	6.25 "
31. - 40. "	6.87 "
41. - 50. "	13.12 "
51. - 60. "	15.89 "
61. - 70. "	17.50 "
71. - 80. "	6.87 "
81. - 90. "	1.25 "
	100 %

Es scheint also eine geringe Häufigkeit der Radiusfraktur bis zum 20. und vom 50. - 70. Lebensjahr vorzuliegen. Die Erklärung für die Häufigkeit bis zum 10. Lebensjahr ergibt sich aus der noch zu geringen Festigkeit des Skelettes. Die Häufung zwischen dem 50. und 70. Lebensjahr ist durch die Unbeholfenheit der älteren Leute einerseits und die zunehmende Knochenbrüchigkeit entsprechend der Abnahme des Hydroxylapatitgehaltes der Knochen zu erklären. (Siehe Blatt 11)

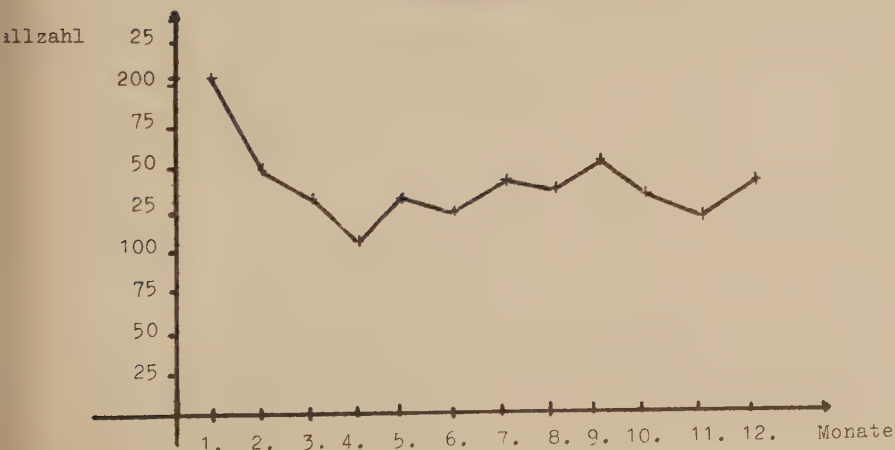
Auffallend in der Untersuchung der Altershäufigkeit war, daß die beidseitigen Radiusfrakturen sich mit der Häufigkeit in den angegebenen Altersklassen decken. Da die beidseitige Radiusfraktur in Hinblick auf Behandlung, Ruhigstellung und Nachbehandlung nicht als Komplikation betrachtet werden kann, wurden diese Fälle in unserem statistischen Material nicht berücksichtigt. Zählt man zu unseren 1 715 Radiusfrakturen noch die 35 Fälle von beidseitigen gleichzeitigen Frakturen hinzu, so erhält man 1 750 Gesamtfälle. Aus dieser Zahl errechnet sich für die beidseitigen Radiusfrakturen ein Prozentsatz von 2 %.

Ein weiterer unberücksichtigter Fall war eine Patientin, die 8 Tage nach einer Radiusfraktur rechts sich eine Radiusfraktur an typischer Stelle links zugezogen hatte.

Aus der jahreszeitlichen Aufteilung, genauer noch nach Monaten, ergab sich aus unseren Betrachtungen ein weiteres, interessantes Ergebnis.

	gesamt	rechts	links
Jan.	206	75	131
Febr.	152	59	93
März	143	60	83
April	106	40	66
Mai	131	54	77
Juni	124	50	74
Juli	146	57	89
Aug.	143	60	83
Sept.	154	64	90
Okt.	142	53	89
Nov.	125	50	75
Dez.	143	53	90
	1 715	675	1 040

Im Diagramm :



Wie das Diagramm veranschaulicht, liegt der absolute Gipfel der Radiusfrakturen im Januar, ein zweiter im September, das absolute Minimum im April, das relative im November. Die Analyse dieser Tatsache ergab folgende Ursache: Zunächst stellen den höchsten Anteil an Frakturen Patienten aus den Altersklassen bis zum 10. Lebensjahr und zwischen dem 50. und 70. Lebensjahr. Der schneereichste Monat in unseren Breiten ist der Januar, das bedeutet die höchsten Gefahrenmomente für Kinder und ältere Leute aufgrund der schlechten Bodenbeschaffenheit. Zugleich aber sind die Wintermonate der Zeitpunkt der geringsten Bautätigkeit. Der Anteil der arbeitenden Altersklassen zwischen dem 20. und 40. Lebensjahr stellt ohnehin den geringsten Anteil an Radiusverletzungen. Mit Besserung der Witterungsverhältnisse nehmen die witterungsbedingten Unfälle ab, um im April ihr Minimum zu erreichen. Zugleich aber nimmt die Beschäftigung vor allem in der Bautätigkeit zu, ein Ansteigen der Radiusfrakturen ist zu erwarten, das Diagramm bestätigt diese Annahme. Abgesehen von der Urlaubszeit im Juli und August zeigt das Diagramm den zweiten Gipfel im September, dem Zeitpunkt der höchsten Beschäftigungsquote. Mit Einsetzen der schlechten Wetterlage im Herbst nehmen die Radiusfrakturen entsprechend dem Beschäftigungsrückgang wieder ab, um mit Beginn der ersten Frostperiode und der damit verbundenen Bodenglätte wieder anzusteigen. Diese Analyse wurde durch den Vergleich der Lebensalter der Verunfallten gewonnen.

Wenn wir unsere Heilungsergebnisse mit den Ergebnissen anderer Veröffentlichungen vergleichen, so zeigt sich, daß unsere Repositions- und Behandlungsmethode als sehr gut zu bezeichnen ist. Für die Praxis hat sich überdies herausgestellt, daß eine Einteilung der Frakturen in intra- und extraarticuläre völlig ausreichend ist. Bei der Reposition ist lediglich zu beachten, daß die Winkelmaße im Bereich der physiologischen Schwankungsbreite gehalten werden, bei intraarticulären Brüchen eine Stufenbildung der Gelenkfläche tunlichst ausgeglichen wird. Parallelverschiebungen in der Radiuschaftachse sind bedeutungslos. Sogenannte "traumatische Madelung'sche Deformitäten" haben wir nicht beobachtet. Die Erfolge sprechen durchaus für unsere Methode.

X.

ZUSAMMENFASSUNG

In dieser Arbeit wurde versucht, über die Radiusfraktur an typischer Stelle von den ersten Behandlungsmethoden bis heute einschließlich den Behandlungserfolgen zu berichten. Nach Darstellung der Anatomie des Handgelenkes wurden die Unfall- und Frakturmechanismen besprochen. Die verschiedenen Behandlungsmethoden wurden erörtert. Die Repositions- und Behandlungsmethode im Städt. Krankenhaus Passau wurde beschrieben. Grundlegende Abweichungen von den in der Literatur mitgeteilten Methoden ergaben sich nicht. Abweichungen von der Methodik führen zu Mißerfolgen. Diese Arbeit berichtet über einen Zeitraum von 12 Jahren mit 1715 Radiusfrakturen an typischer Stelle. Die häufigsten, immer wieder von Autoren angegebenen Komplikationen wurden analysiert. Dabei stellte sich heraus, daß es sich zumeist um ungenügende Reposition oder unzulängliche Fixationstechnik als Ursache gehandelt hat.

Wir haben unser Patientengut nach der erzielten Beweglichkeit der verletzten Extremität hin untersucht und dabei festgestellt, daß im Mittel eine Bewegungseinschränkung von 5,5 Grad gegenüber der unverletzten Seite vorhanden war. Im Vergleich mit anderen Veröf-

fentlichungen ist dieses Ergebnis als sehr gut zu bezeichnen. Eine Aufschlüsselung in Altersgruppen zeigte den Gipfel der Frakturhäufigkeit bis zum 10. und zwischen dem 50. und 70. Lebensjahr. Ein völlig neuer Gesichtspunkt war, die Radiusfrakturen im Zeitraum von 12 Jahren nach Monatshäufigkeit darzustellen. Es zeigte sich ein Gipfel im Januar und September, das Minimum im April. Das Diagramm wurde diskutiert, wobei eine Übereinstimmung der Häufigkeit der Frakturen mit gewissen Lebensaltern der Patienten gefunden wurde. Die Rechts- Linksstatistik sowie die Verteilung männlich zu weiblich ergaben ein identisches Verhältnis von 2 : 3 für weiblich und links. Ein besonders eindrucksvoller Fall wurde beschrieben und die Röntgenaufnahmen vorgestellt. Operative Behandlungsmethoden der Radiusfraktur an typischer Stelle wurden angeführt. Der Allgemeinnarkose wurden die Gefahren der Lokalanästhesie gegenüber gestellt. -

L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

1. A h r e r, E. Prakt. Diagnostik in der Unfallchirurgie,
2. Aufl. Wien - Innsbruck
2. A l f r a m et B a u e r, G. Bone and Jt. Surg. 4417,
105 (1962)
3. A r b e i t l a n g, E. und Boeckl, O.: Arch. orthop. Un-
fallchir. 55, 1 (1963)
4. A u b e r g e r, H. Prakt. Lokalanästhesie, Thieme Verlag,
1, 8, 10 - 14 (1967)
5. B a n g e F. Arch. f. klin. Chir. 118, 580 (1921)
6. ----- Arch. f. klin. Chir. 118, 585 - 591 (1921)
7. B a c o n, R.W. et Kurtzke J. F. J. of Bone and Jt. Surg.
34 A, 643 (1953)
8. B a n k a r t, A.S.B. The tratement of the Colles'Brit.
M.J. 1, 491 (1929)
9. B ö h l e r J. Der Chirurg, 40, 198 (1969)
10. B ö h l e r L. Die funktionelle Behandlung der "typischen"
Radiusbrüche auf anatomischer und pyhsiolo-
gischer Grundlage. München, med. Wchnschr.
66, 1185 (1919)
----- Die Technik der Knochenbruchbehandlung,
12. - 13. Aufl. I. Bd. 854 - 855 (1966)
11. B o o r s t e i n, S. W. Rational Treatement of fractures
of the lower end of the radius. Am. J. Surg.
39, 50 (1925)
12. B o z d e c h. Z. et Vlach, O. Acta Chir. orthop. Traum.

Čech. 35, 72 - 75 (1968)

13. B u r m a n n, F., J. of Bone and Jt. Surg. 35 A, 565 (1953)
14. C a s t a i n g, J. Rev. de Chir. Orthop. et Reparatrice 50, 581 (1964)
15. C o l l i e s, A. Edinburgh Med. and Surg. J. 10, 182 (1813)
16. D e b r u n n e r, A. M. Distale Radiusfrakturen. Schweiz. med. Wschr., 97, 820 - 822 (1967)
17. D e n e c k e, K. et Auberger, H. Die intravenöse Regionalanästhesie im Bereich der oberen Gliedmaße. Arch. f. orthop. u. Unfallchir., Bd. 58, 1, 10 - 14 (1965)
18. D r o h, R. et Sollberg, G. Hämodynamisch bedingte Gefährdung des Hirnkreislaufes bei der Lokalanästhesie, Anästhesist 15, 11, 364-367 (1967)
19. E d e n, P. Zur Behandlung des typischen Radiusbruches. Arch. klin. Chir. 118, 592 (1921)
20. E h a l t, W. Arch. f. Orthop. und Unfallchir 35, 397, 446. 443, 456 (1935)
21. E n d e r, J. Zur Behandlung der Brüche der Speiche am peripheren Ende. Chir. Praxis 7, 39 (1963)
22. F o r d, L. T. and Key, J. A. Present-day management of Colles' fracture. . . Iowa M. Soc. 45, 324 (1955)
23. F r y k m a n, G. Acta orthop. scand. Suppl. 108, 153 (1967)
24. G h o r m l e y, R. K. and Mroz, R. J. Fractures of the wrist Surg. Gynec. and obst. 15, 377 (1932)

25. H a g l u n d, P. Zur Frage der typischen Radiusfraktur am Handgelenk und ihrer Behandlung, Nord. med. ark. 46, 1 (1913)
26. H a v e r s, L. Langenbecks Arch. klin. Chir. 319, 1116 - 1119 (1967)
27. H e i l m e y e r, L. Lehrbuch der inneren Medizin, 2. Aufl. 1243 - 1249 (1961)
28. H i l g e n f e l d t, O. Zentralbl. f. Chir. 75, 709 - 713 (1950)
29. H i t z r o t, J. M. and Murray, C. R. Am. J. Surg. 35, 17 (1921)
30. J o n a s c h, E. Arch. f. Orthop. und Unfallchir. 57, 8-11 (1965)
31. J o n e s, R. Injuries to joints, London 1915
32. ----- Colles' fracture. Brit. M. J. 1, 619 (1929)
33. K l a p p, R. Dtsch. med. Wschr. 156, 798 (1920)
34. ----- Dtsch. med. Wschr. 257, 702 (1943)
35. K i l l i a n, H. Anästhesist 10, 10, 294 - 302 (1961)
36. K n o t t, M. et Voss, E.D. Komplexbewegungen. Fischer-Verlag Stuttgart, 6-10 (1962)
37. K r o k o w s k i, E. Die typische Radiusfraktur, Schweiz. med. Wschr. 92, 1120 - 1122 (1962)
38. L a n z - W a c h s m u t h, T. V. und W. Prakt. Anatomie, Springer (1959)
39. L e w i s, Ra. Surgery 27, 427 (1950)

40. L i d s t r ö m, A. Typisk radiusfraktur. Nord. med.
54, 34 (1955)
41. M a n g e s, L.C.Jr. Fractures of the lower end of the
radius (Colles). Surg. Clin. North.
Am. 20, 1683 (1941)
42. M e y e r, H. Der klassische Speichenbruch, Klin. Wschr.
4, 554 (1925)
43. M i l l e r, H. Colles' fracture. Bull Hosp. f. Joint
Diseases 11, 61 (1950)
44. P a u l s e n, Kr. Studien über die sogen. typische
Fraktur des Radius, Arch klin. Chir.
80, 902 (1906)
45. P e t e r s e n, F. Zur Behandlung des typischen Radius-
bruches. Arch. klin. Chir. 84. 708 (1894)
46. P o u t e a u, C. zitiert von Eskelund, Oeuvres posthumes
de M. Pouteau. P.D. Pieres Paris 2, 252
(1783)
47. Rauber - Kopsch Atlas d. Anatomie des Menschen, G.
Thieme, Leipzig (1919)
48. R o b b i n s, J. V. Logical reduction of displaced
Colles' fracture. New York J. Med. 50,
2959 (1950)
49. S c h w a r t z, S. J. Bone Jt. Surg. 49 - A, 1591 -
1596, (1967)
50. S c h w e t l i c k, W. Mschr. f. Unfallchir. u. Vers.
Med. 65, 110 (1962)
51. S a e g e s s e r, M. Spezielle chir. Therapie, 7. Aufl.
1284 (1963)

52. S e i f f e r t, K.E. Deutscher Chir. Kongress 1970,
Vortrag 129, "Sehnentransplantation und
Sehnenersatz", pers. Rücksprache
53. S m a i l l, G. B. Jt. Surg. 47 B, 80-83 (1965)
54. S t e i n h ä u s e r, W. Arch. f. Orthop. und Unfallchir.
45, 254 (1963)
55. S t e v e n s, J. A. Am. Surg. 71, 495 (1880)
56. S t o r p, J. Zur Behandlung der typischen Radiusbrüche.
Verhand. deutsch. Gesellschaft Chir.
53, 307 (1896)
57. V o g t, G. Arch. f. klin. Chir. 22, 343 (1878)
58. W a c h s m u t h, W. Die Operationen an den Extremitäten,
Springer Verlag, 1, 497 - 499 (1950)
59. W a n k e R., Maats, R. et al. Knochenbrüche u. Verren-
kungen, Urban u. Schwarzenberg. 2. Aufl.
247 (1967)
60. W A U G H, Th. R. Unreduced Colles' fracture, J. Trauma 3,
254 (1963)
61. W h i t e, A.W.M. Colles' fracture. Canad. M.A.J. 43, 148
(1940)
62. W u l f de. A., Razemon, J. P., Lambrecht, M. Acta arthop.
belg. 34, 15 - 220 (1968)
63. Z a c h a r i a s, J. Zentralbl. für Chir. 31, 141 - 145,
(1966)
64. Z u p p i n g e r, H. Arch. f. klin. Chir. 49, 49 (1910)

Für die Überlassung des Themas sowie
für die freundlichen Hinweise möchte
ich Herrn Professor Dr. F. SCHEDEL
meinen ergebensten Dank aussprechen.

L e b e n s l a u f

Ich, Othmar F. Späth, wurde am 18.7.1934 als Sohn des Dr. med. Ferdinand Späth und dessen Ehefrau Betty Eva, geb. Hierl, in Schmiedmühlen/Oberpfalz geboren.

Nach dem Besuch der Volksschule in Bamberg und der Oberrealschule in Amberg und München, legte ich 1956 das Abitur an der Ludwigsoberrealschule in München ab. Ich studierte in München, Erlangen und Wien Medizin und bestand das medizinische Staatsexamen 1965 in München mit gutem Erfolg. Als Medizinalassistent war ich in Regensburg bei Prof. Karnbaum und in Passau bei Prof. Schedel tätig. Die Aprobation bekam ich im April 1968 und befinde mich nun in der Facharztweiterbildung für Gynäkologie. Zunächst war ich auf der gynäkologischen Abteilung des Städt. Krankenhauses Passau und ab Januar 1969 am Städt. Krankenhaus Landshut tätig.

